

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002 年 11 月 14 日 (14.11.2002)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 02/091381 A1

(51) 国際特許分類: G11B 21/10, 5/596

(21) 国際出願番号: PCT/JP01/03704

(22) 国際出願日: 2001 年 4 月 27 日 (27.04.2001)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 富士通株式会社 (FUJITSU LIMITED) [JP/JP]; 〒211-8588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 Kanagawa (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 原 武 (HARA, Takeshi) [JP/JP]. 上村美津雄 (KAMIMURA, Mitsuo) [JP/JP]. 阿部幸雄 (ABE, Yukio) [JP/JP]. 東野良

成 (HIGASHINO, Yoshinari) [JP/JP]. 島田国博 (SHIMADA, Kunihiro) [JP/JP]. 佐久間清志 (SAKUMA, Kiyoshi) [JP/JP]. 鈴木 敦 (SUZUKI, Atsushi) [JP/JP]. 加藤健太郎 (KATO, Kentaro) [JP/JP]; 〒211-8588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 酒井宏明 (SAKAI, Hiroaki); 〒100-0013 東京都千代田区霞ヶ関三丁目2番6号 東京倶楽部ビルディング Tokyo (JP).

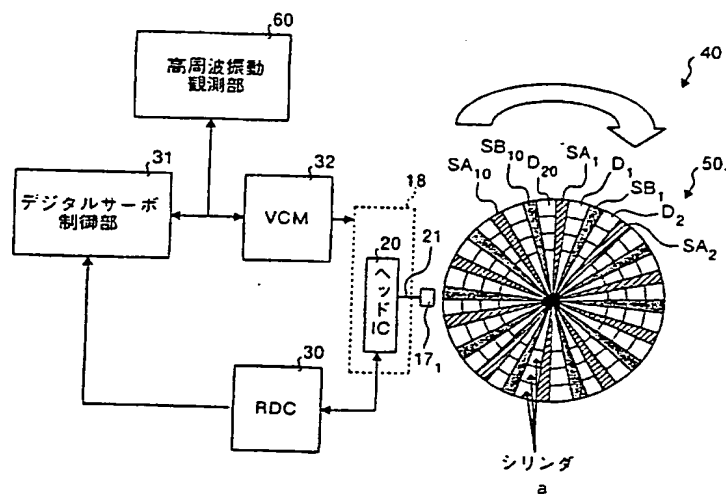
(81) 指定国 (国内): JP, US.

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: MAGNETIC DISK DEVICE AND HIGH-FREQUENCY VIBRATION OBSERVING METHOD

(54) 発明の名称: 磁気ディスク装置および高周波振動観測方法



60...HIGH-FREQUENCY VIBRATION OBSERVING UNIT
31...DIGITAL SERVO CONTROL UNIT
20...HEAD IC
a...CYLINDER

(57) Abstract: A magnetic disk (501) has a normal servo area and a double servo area on both of which a servo pattern for control the positioning of a magnetic head (171) is recorded. The interrupt period T2 is half the period T1 of when only a normal servo area is provided. For each servo interrupt period, the level of a position signal of a sample point is measured. The difference

[続葉有]

WO 02/091381 A1

明 細 書

磁気ディスク装置および高周波振動観測方法

5 技術分野

本発明は、コンピュータの外部記憶装置として用いられる磁気ディスク装置および高周波振動観測方法に関するものであり、特に、磁気ヘッドの振動周波数に高周波成分が含まれる場合であっても高周波振動を観測することができる磁気ディスク装置および高周波振動観測方法に関するものである。

- 10 コンピュータの外部記憶装置としては、円板上の磁気ディスクを記録媒体とする磁気ディスク装置が使用されている。この記憶装置において、リード／ライトを行う場合には、磁気ディスク上の所定のトラックへ磁気ヘッドを移動させ、オントラック状態とするシーク動作が必要になる。

- ここで、オントラックの際、磁気ディスクに異常があり、サーボ割り込み周波数の $1/2$ 以上の高周波振動成分が磁気ヘッドの振動周波数に含まれている場合には、当該高周波振動成分を観測することができないという問題があった。従来より、このような問題を効果的に解決することができる手段、方法が切望されていた。

20 背景技術

- 第18図は、従来の磁気ディスク装置10の外観構成を示す分解斜視図である。この図において、磁気ディスク装置10は、筐体11およびカバー12からなる密閉容器内に磁気ディスク15₁～15_n、磁気ヘッド17₁等を封止組み込みしてなるHDA（ハードディスクアッセンブリ）14と、各回路が実装されたプリント回路基板22と、HDA14内の構成部品とプリント回路基板22とを電気的に接続するためのコネクタ23とから構成されている。

HDA14は、上面が開放されてなる略箱形状の筐体11と、該筐体11内に

5 1. のサーボ領域 $SP_1 \sim SP_{10}$ にそれぞれ記録されているサーボパターン、およびデータ領域 $D_1 \sim D_{10}$ にそれぞれ記録されているデータを磁氣的に再生電圧として検知する。

5 ヘッド IC 20 は、ライトアンプおよびプリアンプ（いずれも図示略）からなる。上記ライトアンプは、磁気ヘッド 17₁ へ供給すべき記録電流の極性を、ライトデータに従って切り替える機能を備えている。プリアンプは、磁気ヘッド 17₁ により検知された再生電圧（リード信号）を増幅する。

10 RDC（リードチャンネル）30 は、ライトデータを磁気ディスク 15₁ に書き込むための回路や、リードデータ、サーボパターンを磁気ディスク 15₁ から読み出すための回路を備えている。また、RDC 30 は、パラレルのライトデータをシリアルデータに変換するパラレル／シリアル変換回路や、水晶振動子等を用いた発振回路の周波数を通倍することにより、装置各部のタイミング用のタイミング信号を発生させるシンセサイザ回路等を備えている。

15 デジタルサーボ制御部 31 は、RDC 30 を介して入力されるサーボパターンをピークホールドや積分等により復調した後、復調されたサーボパターンに基づいて、VCM（ボイスコイルモータ）32 およびスピンドルモータ 16（第 18 図参照）の各駆動電流を制御することにより、磁気ヘッド 17₁ の位置決め制御（サーボ制御）を行う。VCM 32 は、上記駆動電流に基づいてキャリッジ 18 を駆動することにより、磁気ヘッド 17₁ を磁気ディスク 15₁ の半径方向に移動させ、所定のシリンダ上に位置させるというシーク動作の駆動源である。

25 上記構成において、第 19 図に示した磁気ディスク 15₁ が回転駆動されている状態で、磁気ヘッド 17₁ がオントラックしている場合、磁気ヘッド 17₁ では、サーボ領域 $SP_1 \sim SP_{10}$ およびデータ領域 $D_1 \sim D_{10}$ の配列に従って、データのリード／ライトと、サーボパターンのリードとが交互に繰り返される。

ここで、データのリード／ライトが中断され、サーボパターンをリードすることをサーボ割り込み、サーボ割り込みの間隔をサーボ割り込み周期、その周波数をサーボ割り込み周波数とそれぞれ称する。

0004までの間には、複数パターンのバースト140が存在する。例えば、シリンドリシ1.000のバースト140が磁気ヘッド17₁により読み取られると、三角波状の信号Pos A、信号Pos B、信号Pos Cおよび信号Pos Dという都合四種類の信号が得られる。信号Pos Aと信号Pos B、および信号Pos Cと信号Pos Dは、それぞれ逆位相の関係にある。また、信号Pos Aと信号Pos C、および信号Pos Bと信号Pos Dのそれぞれの位相差は、 $\pi/2$ である。

上記構成において、第22図に示した磁気ヘッド17₁によりバースト140がリードされると、復調部（図示略）では、信号Pos A、信号Pos B、信号Pos CおよびPos Dから第23図に示した位置偏差信号Aを生成する。この位置偏差信号Aは、トラック中心からのオフセット量を表す信号であり、信号Pos N、信号Pos Q、これらの反転信号から構成されている。

第22図に示したように、信号Pos Nは、(信号Pos A) - (信号Pos B) から得られる。一方、信号Pos Qは、(信号Pos C) - (信号Pos D) から得られる。復調部（図示略）は、信号Pos N、信号Pos Q、これらの反転信号を順次選択することにより、位置偏差信号Aを生成する。ここで、従来では、復調部（図示略）は、第23図に示したように、信号Pos Nと信号Pos Qの境目でバースト復調値が一致するように、バースト復調値に一定の補正値を乗算するという線形補正処理が行われる。

サーボ制御では、磁気ヘッド17₁が目標トラックに位置すると、位置偏差信号Aに対応する電流指令値により、磁気ヘッド17₁が目標トラックの中心に位置するように制御される。

ところで、前述したように、従来の磁気ディスク装置においては、磁気ヘッド17₁がオントラック状態にある場合、当該磁気ヘッド17₁に対してさまざまな外乱が作用することにより、磁気ヘッド17₁が振動する。この外乱としては、磁気ディスク15₁の回転振動、風圧、バーストの揺れ、駆動電流のジッタや、磁気ヘッド17₁とアーム21とのカシメ接合による共振等が挙げられる。

発明の開示

上記目的を達成するために、本発明は、磁気ヘッドの位置決め制御用のサーボパターンがそれぞれ記録された通常サーボ領域およびダブルサーボ領域を有し、
5 通常サーボ領域を有する場合に比して、サーボ割り込み周期が少なくとも $1/2$ 倍の磁気ディスクと、前記サーボパターンから得られる位置信号において前記サーボ割り込み周期毎にサンプル点の位置信号レベルをとり、隣接する少なくとも 2 つのサンプル点同士の位置信号レベルを所定の評価式に代入し、前記サンプル点をずらしながら、所定回数分だけ加算する演算手段と、前記演算手段の演算結果に基づいて、前記サーボ割り込み周期と同周期の高周波振動成分を観測する観測手段とを備えたことを特徴とする。

本発明によれば、通常のサーボ領域のみを有する磁気ディスクに比べて、サーボ割り込み周期が少なくとも $1/2$ 倍の磁気ディスクを用い、サーボ割り込み周期毎にサンプル点の位置信号レベルをとり、隣接する少なくとも 2 つのサンプル点同士の位置信号レベルを所定の評価式に代入し、サンプル点をずらしながら、
15 所定回数分だけ加算し、サーボ割り込み周期と同周期の高周波振動成分を観測するようにしたので、磁気ヘッドの揺れにおいて高周波振動成分を観測することができる。

また、本発明は、磁気ヘッドの位置決め制御用のサーボパターンがそれぞれ記録された通常サーボ領域およびダブルサーボ領域を有し、通常サーボ領域を有する場合に比して、サーボ割り込み周期が少なくとも $1/2$ 倍の磁気ディスクと、前記サーボパターンから得られる位置信号において前記サーボ割り込み周期毎にサンプル点の位置信号レベルをとり、隣接する 3 つのサンプル点同士の位置信号レベルを所定の評価式に代入し、前記サンプル点をずらしながら、所定回数分だけ加算する演算手段と、前記演算手段の演算結果に基づいて、前記サーボ割り込み周期と同周期の高周波振動成分を観測する観測手段とを備えたことを特徴とする。
20
25

ータンから得られる位置信号において前記サーボ割り込み周期毎にサンプル点の位置信号レベルをとり、隣接する少なくとも2つのサンプル点同士の位置信号レベルを所定の評価式に代入し、前記サンプル点をずらしながら、所定回数分だけ加算する演算工程と、前記演算工程の演算結果に基づいて、前記サーボ割り込み周期と同周期の高周波振動成分を観測する観測工程とを含むことを特徴とする。

5 本発明によれば、通常のサーボ領域のみを有する磁気ディスクに比べて、サーボ割り込み周期が少なくとも1/2倍の磁気ディスクを用い、サーボ割り込み周期毎にサンプル点の位置信号レベルをとり、隣接する少なくとも2つのサンプル点同士の位置信号レベルを所定の評価式に代入し、サンプル点をずらしながら、
10 所定回数分だけ加算し、サーボ割り込み周期と同周期の高周波振動成分を観測するようにしたので、磁気ヘッドの揺れにおいて高周波振動成分を観測することができる。

また、本発明は、磁気ディスクに記録された、磁気ヘッドの位置決め制御用のサーボパターンから得られる位置信号に対して、前記磁気ヘッドの感度特性値を用いて補正を掛ける補正手段と、前記補正手段の補正結果に基づいて、前記磁気
15 ヘッドのサーボ制御を実行するサーボ制御手段とを備えたことを特徴とする。

本発明によれば、磁気ヘッドの位置決め制御用のサーボパターンから得られる位置信号に対して、磁気ヘッドの感度特性値を用いて補正を掛けるようにしたので、ヘッド感度特性が非線形であっても磁気ヘッドの位置決め精度を高くすること
20 ができる。

図面の簡単な説明

第1図は、本発明にかかる実施の形態1による磁気ディスク装置40のサーボ回路部分の構成を示すブロック図であり、第2図は、第1図に示した磁気ディスク50の一部拡大模式図であり、第3図は、同実施の形態1のサーボ処理を説明する図であり、第4図は、同実施の形態1におけるサーボ割り込み周期 T_2 を説明する図であり、第5図は、第1図に示した磁気ディスク50のサーボパタ

第1図は、本発明にかかる実施の形態1による磁気ディスク装置40のサーボ回路部分の構成を示すブロック図である。この図において、第19図の各部に対応する部分には同一の符号を付ける。第1図においては、第19図に示した磁気ディスク15₁に代えてダブルサーボ方式の磁気ディスク50₁が設けられているとともに、高周波振動観測部60が新たに設けられている。

磁気ディスク50₁には、半径方向にそれぞれ10分割されたダブルサーボ領域SA₁～SA₁₀と、これらのダブルサーボ領域SA₁～SA₁₀にそれぞれ挟まれるように10分割形成された通常サーボ領域SB₁～SB₁₀と、これらのダブルサーボ領域SA₁～SA₁₀および通常サーボ領域SB₁～SB₁₀にそれぞれ挟まれるように20分割形成されたデータ領域D₁～D₂₀とが形成されている。

ダブルサーボ領域SA₁～SA₁₀および通常サーボ領域SB₁～SB₁₀には、磁気ディスク50₁上における磁気ヘッド17₁の位置を認識するためのサーボパターンが放射状にそれぞれ記録されている。一方、データ領域D₁～D₂₀には、リード/ライトされるデータが放射状に記録される。磁気ディスク50₁には、同心円状の複数のシリンダが存在している。

磁気ヘッド17₁は、磁気ディスク50₁のデータ領域D₁～D₂₀に対してデータをライトする。一方、磁気ヘッド17₁は、リード時に、磁気ディスク50₁のダブルサーボ領域SA₁～SA₁₀および通常サーボ領域SB₁～SB₁₀にそれぞれ記録されているサーボパターン、およびデータ領域D₁～D₂₀にそれぞれ記録されているデータを磁氣的に再生電圧として検知する。

高周波振動観測部60は、前述したサーボの割り込み周波数（サンプリング周波数）の1/2以上の高周波振動成分が、サーボパターンから得られる位置信号に含まれている場合であっても、これを正確に観測する機能を備えている。

ここで、第2図、第3図(a)および第3図(d)に示したように磁気ディスク50₁においては、サーボ割り込み周期T₂が、従来のサーボ割り込み周期T₁の1/2とされている。これは、前述したサーボの割り込み周波数（サンプリ

パターンが検出されると、デジタルサーボ制御部31は、ステップSA1の判断結果を「Yes」とする。

ステップSA2では、デジタルサーボ制御部31は、当該サーボパターンがダブルサーボ領域のものであるか否かを判断し、この判断結果が「No」である場合、ステップSA4の処理を実行する。一方、ステップSA2の判断結果が「Yes」である場合、ステップSA3では、デジタルサーボ制御部31は、サンプリング周期を115.7 μ sから57.9 μ sへ切り替える。

ステップSA4では、デジタルサーボ制御部31は、サーボパターンをリードし、該サーボパターンから位置信号（第5図参照）を生成する。ステップSA5では、デジタルサーボ制御部31は、磁気ヘッド171の位置ズレを補正（サーボ制御）するための制御電流値を計算した後、これをメモリ（図示略）に記憶させる。具体的には、デジタルサーボ制御部31は、高周波振動観測部60による高周波振動を観測するための手法1～手法3のうちいずれか一つの手法に対応する観測結果に基づいて、制御電流値を計算する。

以下、これらの手法1～手法3について詳述する。まず、手法1では、第7図に示した（1）式に基づいて、磁気ヘッド171のシーク動作が完了した後に、隣接する2つのサンプル点における位置信号レベルの差分の絶対値を所定回数（例えば、32回）加算という加算処理が実行される。ここで、シーク動作が完了した後に上記加算処理を実行するのは、前述したカシメの共振周波数が、シーク動作が完了した直後から減衰する傾向があるからである。後述する手法2および手法3においても、加算処理を実行するのは、シーク動作が完了した直後からである。

第8図に示したステップSC1では、高周波振動観測部60は、初期設定として $n=0$ とする。ステップSC2では、高周波振動観測部60は、第5図に示した位置信号における $P(n)$ を現在の位置信号レベルとする。

ステップSC3では、高周波振動観測部60は、前回の加算値 $f1(n-1)$ と、今回の加算値 $|P(n) - P(n-1)|$ とを加算し、加算値 $f1(n)$ を

と、今回の加算値 $|P(n) - 2P(n-1) + P(n-2)|$ とを加算し、加算値 $f_2(n)$ を算出する。

ステップSD4では、高周波振動観測部60は、 n を1インクリメントする。
ステップSD5では、高周波振動観測部60は、 n が31を超えたか否かを判断
5 し、この場合、判断結果を「No」としてステップSD2以降の処理を実行する。
これにより、第5図に示した隣接する3つのサンプリング点（丸印）の位置信号
レベルの加算、減算および乗算の絶対値が順次加算される。

そして、ステップSD5の判断結果が「Yes」になると、すなわち、第7図
に示した（2）式の算出結果が出ると、高周波振動観測部60は、一連の加算処
10 理を終了する。つぎに、高周波振動観測部60は、手法2による加算値 $f_2(n)$
と、予め設定されたしきい値とを比較し、磁気ヘッド171の振動の振幅が規
定以上であるか否かを判断する。具体的には、加算値 $f_2(n)$ がしきい値以上
である場合、高周波振動観測部60は、磁気ヘッド171の振動の振幅が規定以
上であることを認識する。一方、加算値 $f_2(n)$ がしきい値未満である場合、
15 高周波振動観測部60は、磁気ヘッド171の振動が規定を満たしていることを
認識する。

上述した手法2は、手法1に比べて、低周波振動成分が加算されにくいため、
高周波振動成分を比較的正確に観測することができるという特徴を有している。
なお、手法2は、三つのサンプリング点の加算、減算および乗算を行っているた
20 め、手法1に比べて計算時間がかかる。

つぎに、高周波振動を観測するための手法3について第10図に示したフロー
チャートを参照しつつ説明する。この手法3では、第7図に示した（2）式に基
づいて、磁気ヘッド171のシーク動作が完了した後に、隣接する3つのサンプ
ル点における位置信号レベルの加算、減算および乗算の絶対値を所定回数（例え
25 ば、32回）加算という加算処理が実行される。

第10図に示したステップSE1では、高周波振動観測部60は、初期設定と
して $n=0$ とする。ステップSE2では、高周波振動観測部60は、第5図に示

）に近い、高周波振動のみを観測できるため、精度が高いという特徴を有している。

第11図(b)には、高周波振動成分を多く含む位置信号の波形が図示されている。第11図(a)は、上記波形に対して、手法1～手法3を適用した結果である。同図の「手法1」のカラムには、手法1における加算値 $f_1(n)$ として、
5 「9752」が図示されている。「手法2」のカラムには、手法2における加算値 $f_2(n)$ として「9607」が図示されている。また、「手法3」のカラムには、手法3における加算値 $f_2(n)$ として「4046」が図示されている。

「Max手法1」、「Max手法2」および「Max手法3」は、手法1、手法2
10 および手法3における $|P(n) - P(n-1)|$ 、 $|P(n) - 2P(n-1) + P(n-2)|$ の最大値である。

第12図(b)には、高周波振動成分をさほど含まない位置信号の波形が図示されている。第12図(a)は、上記波形に対して、手法1～手法3を適用した結果である。同図の「手法1」のカラムには、手法1における加算値 $f_1(n)$ として、
15 「1429」が図示されている。「手法2」のカラムには、手法2における加算値 $f_2(n)$ として「1392」が図示されている。また、「手法3」のカラムには、手法3における加算値 $f_2(n)$ として「1638」が図示されている。「Max手法1」、「Max手法2」および「Max手法3」は、手法1、手法2および手法3における $|P(n) - P(n-1)|$ 、 $|P(n) - 2P(n-1) + P(n-2)|$ の最大値である。
20

第6図(a)に戻り、ステップSA6では、デジタルサーボ制御部31は、外乱信号をリードする。ステップSA7では、デジタルサーボ制御部31は、DAC（ディジタル／アナログ変換器）指示値として、制御電流値と外乱信号から得られる外乱値とを加算する。ステップSA8では、デジタルサーボ制御部31は、
25 DAC指示値を出力する。これにより、VCM32には、磁気ヘッド17₁の位置補正のための駆動電流が供給される。

つぎのサーボ割り込み周期 T_2 において、第6図(b)に示したステップSB

ので、磁気ヘッド171の揺れにおいて高周波振動成分を観測することができる。

(実施の形態2)

つぎに本発明にかかる実施の形態2について説明する。第13図は、本発明にかかる実施の形態2の磁気ディスク装置の制御回路の構成を示すブロック図である。この図において、第19図の各部に対応する部分には同一の符号を付ける。同図に示したRDC200において、AGC (Auto Gain Control) 回路201は、磁気ヘッド171からの信号(サーボパターン信号、リード信号等)に対して自動的にゲイン調整を行う回路である。

A/D (Analog/Digital) 変換器202は、AGC回路201からのアナログの信号をデジタルの信号に変換する。リード回路203は、リード信号を処理する回路である。タイミング発生回路204は、MPU300の設定に基づいて、サーボ制御のタイミングを発生させる。レベルスライス回路205は、A/D変換器202の出力信号(サーボマーク信号、グレイコード信号)を所定の閾値でスライスする回路である。

サーボマーク検出回路206は、レベルスライス回路205からのサーボマーク信号に基づいて、サーボマーク120(第21図参照)を検出する回路である。グレイコード・シリンダ回路207は、タイミング発生回路204からのタイミングに従って、レベルスライス回路205からのグレイコード信号からシリンダの整数部を検出する回路である。

加算回路208は、A/D変換器202からのバースト信号の情報を加算する回路である。レジスタ209には、第22図に示した信号Pos A、信号Pos B、信号Pos Cおよび信号Pos Dのそれぞれの情報を格納する。MPU (Micro Processing Unit) 300は、サーボ制御、タイミングの設定等を行う。このMPU300の動作の詳細については後述する。

上記構成において、磁気ヘッド171によりバースト140(第21図参照)がリードされると、AGC回路201で自動ゲイン調整が行われた後、A/D変換器202でアナログ/デジタル変換が行われる。レベルスライス回路205

すると、位置偏差信号 I に対応する電流指令値により、磁気ヘッド 17₁ が目標トラックの中心に位置するように制御される。

また、実施の形態 2 では、偶数シリンダ、奇数シリンダのそれぞれについて、別々のヘッド感度特性値を用いて、バースト復調値の補正処理を MPU 300 で
5 実行するようにしてよい。

また、実施の形態 2 では、サーボプリアンブル 110（第 21 図参照）に対応する信号の振幅比に対応する振幅比補正値を上述したヘッド感度特性値に乗算し、この乗算結果をバースト復調値に乗算することにより、補正処理を実行するようにしてもよい。

10 また、実施の形態 2 では、前述したゼロクロス周波数で微小振幅外乱を加えた場合のオープンループゲインと、大振幅外乱（振幅 + 3 トラック分）を加えた場合のオープンループゲインとの比を上述したヘッド感度特性値に乗算し、この乗算結果をバースト復調値に乗算することにより、補正処理を実行するようにしてもよい。この場合には、第 24 図に特性線 E で示したようにオープンループゲインのばらつきが是正される。
15

以上説明したように、本発明によれば、通常のサーボ領域のみを有する磁気ディスクに比べて、サーボ割り込み周期が少なくとも $1/2$ 倍の磁気ディスクを用い、サーボ割り込み周期毎にサンプル点の位置信号レベルをとり、隣接する少なくとも 2 つのサンプル点同士の位置信号レベルを所定の評価式に代入し、サンプル
20 ル点をずらしながら、所定回数分だけ加算し、サーボ割り込み周期と同周期の高周波振動成分を観測するようにしたので、磁気ヘッドの揺れにおいて高周波振動成分を観測することができるという効果を奏する。

また、本発明によれば、通常のサーボ領域のみを有する磁気ディスクに比べて、サーボ割り込み周期が少なくとも $1/2$ 倍の磁気ディスクを用い、サーボ割り込み
25 み周期毎にサンプル点の位置信号レベルをとり、隣接する少なくとも 3 つのサンプル点同士の位置信号レベルを所定の評価式に代入し、サンプル点をずらしながら、所定回数分だけ加算し、サーボ割り込み周期と同周期の高周波振動成分を観

請 求 の 範 囲

1. 磁気ヘッドの位置決め制御用のサーボパターンがそれぞれ記録された通常サーボ領域およびダブルサーボ領域を有し、通常サーボ領域を有する場合に比して、
5 サーボ割り込み周期が少なくとも $1/2$ 倍の磁気ディスクと、
前記サーボパターンから得られる位置信号において前記サーボ割り込み周期毎にサンプル点の位置信号レベルをとり、隣接する少なくとも2つのサンプル点同士の位置信号レベルを所定の評価式に代入し、前記サンプル点をずらしながら、所定回数分だけ加算する演算手段と、
10 前記演算手段の演算結果に基づいて、前記サーボ割り込み周期と同周期の高周波振動成分を観測する観測手段と、
を備えたことを特徴とする磁気ディスク装置。
2. 磁気ヘッドの位置決め制御用のサーボパターンがそれぞれ記録された通常サーボ領域およびダブルサーボ領域を有し、通常サーボ領域を有する場合に比して、
15 サーボ割り込み周期が少なくとも $1/2$ 倍の磁気ディスクと、
前記サーボパターンから得られる位置信号において前記サーボ割り込み周期毎にサンプル点の位置信号レベルをとり、隣接する3つのサンプル点同士の位置信号レベルを所定の評価式に代入し、前記サンプル点をずらしながら、所定回数分
20 だけ加算する演算手段と、
前記演算手段の演算結果に基づいて、前記サーボ割り込み周期と同周期の高周波振動成分を観測する観測手段と、
を備えたことを特徴とする磁気ディスク装置。
- 25 3. 磁気ヘッドの位置決め制御用のサーボパターンがそれぞれ記録された通常サーボ領域およびダブルサーボ領域を有し、通常サーボ領域を有する場合に比して、
サーボ割り込み周期が少なくとも $1/2$ 倍の磁気ディスクと、

ける補正手段と、

前記補正手段の補正結果に基づいて、前記磁気ヘッドのサーボ制御を実行するサーボ制御手段と、

を備えたことを特徴とする磁気ディスク装置。

5

7. 前記感度特性値は、比例的に変化するように設定されることを特徴とする請求の範囲第6項に記載の磁気ディスク装置。

8. 前記感度特性値は、多値変化するように設定されることを特徴とする請求の範囲第6項に記載の磁気ディスク装置。

10

9. 前記補正手段は、前記位置信号に含まれる所定の信号の振幅比および前記感度特性値を用いて前記位置信号を補正することを特徴とする請求の範囲第6項～第8項のいずれか一つに記載の磁気ディスク装置。

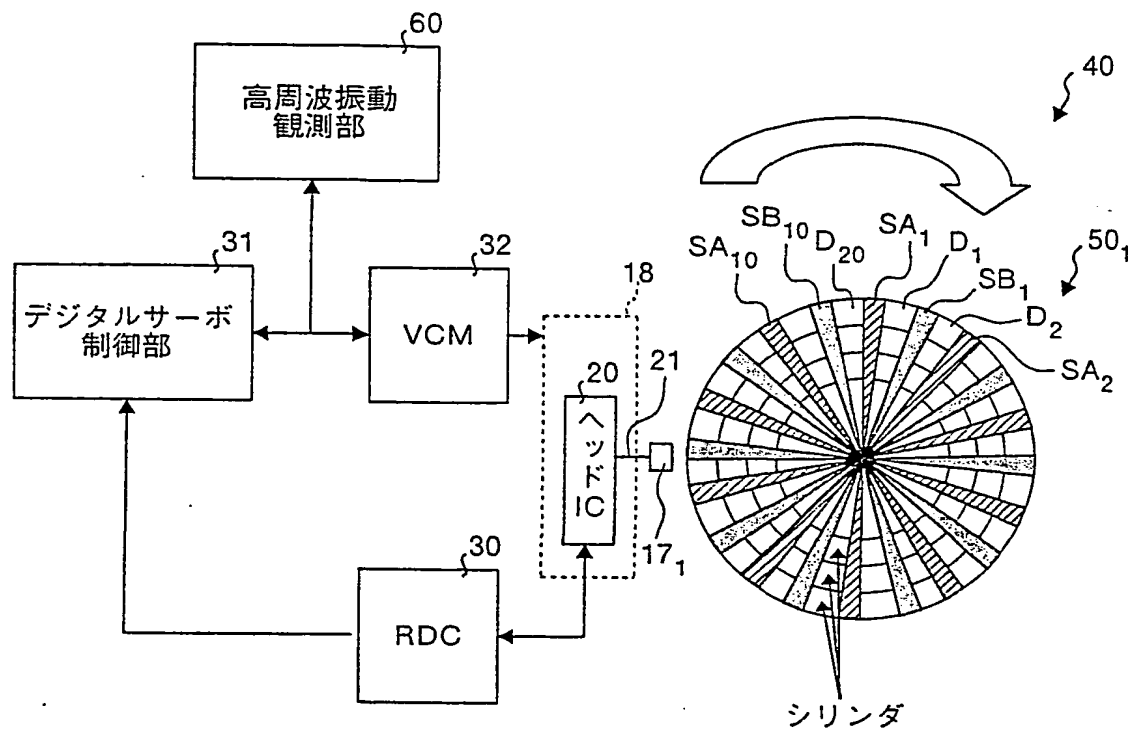
15

10. 前記補正手段は、ゼロクロス周波数で微小振幅外乱を加えた場合のオープンループゲインと、大振幅外乱を加えた場合のオープンループゲインとのゲイン比および前記感度特性値を用いて前記位置信号を補正することを特徴とする請求の範囲第6項～第8項のいずれか一つに記載の磁気ディスク装置。

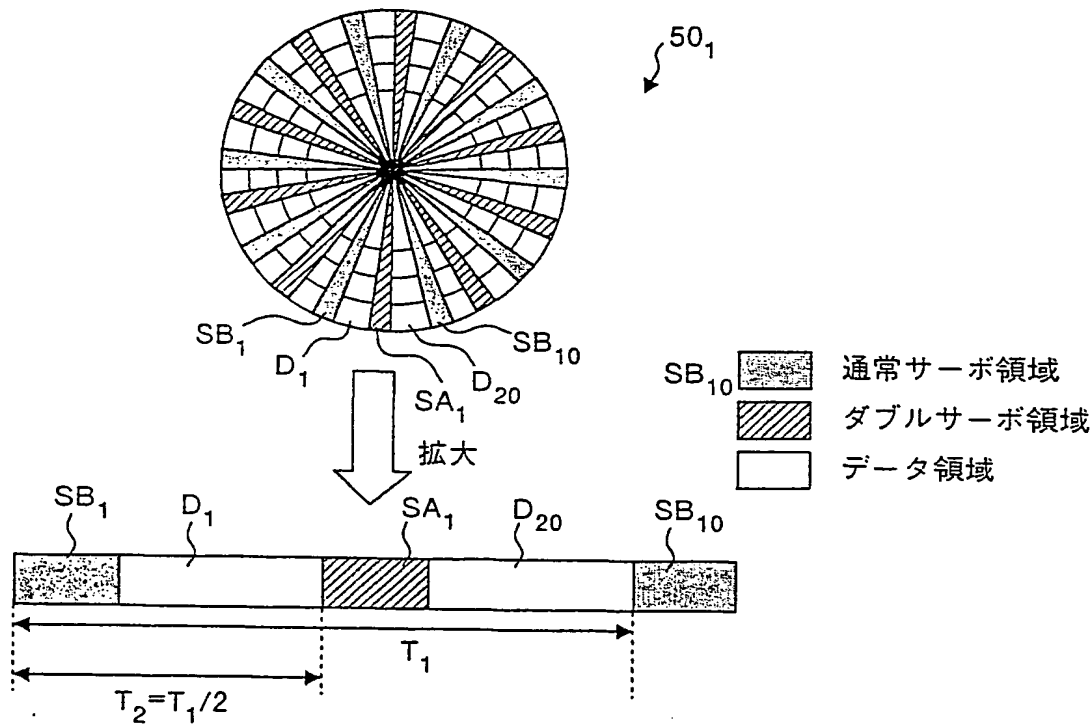
20

11. 前記補正手段は、前記磁気ディスクのシリンダ毎に別々に設定された複数の感度特性値を用いてシリンダ単位で前記位置信号を補正することを特徴とする請求の範囲第6項～第10項のいずれか一つに記載の磁気ディスク装置。

第 1 図

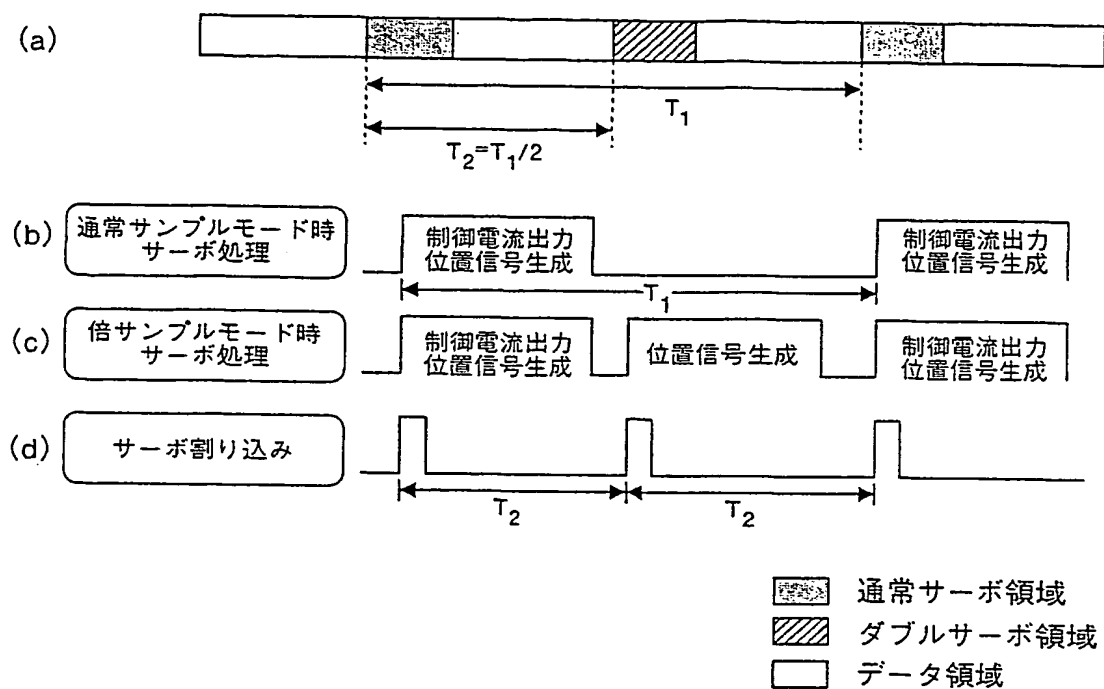


第 2 図

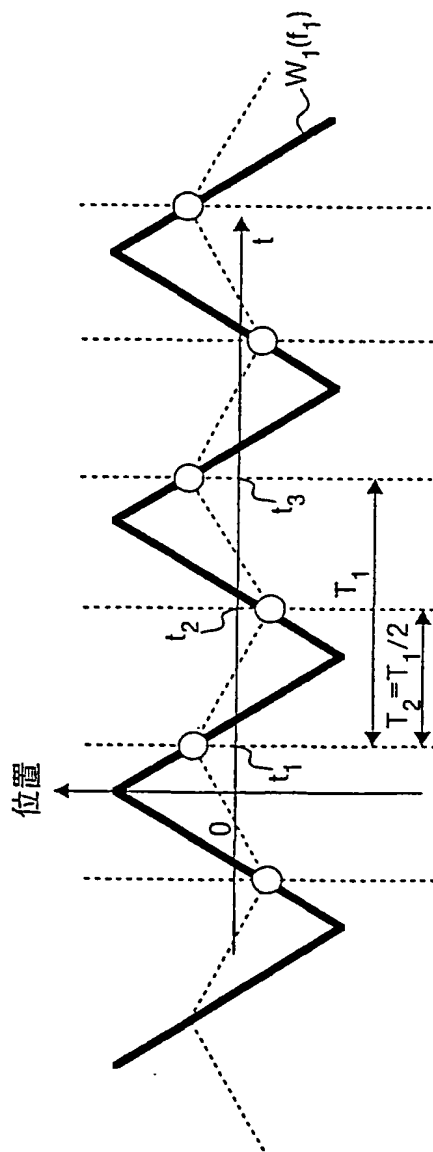


3/24

第3図

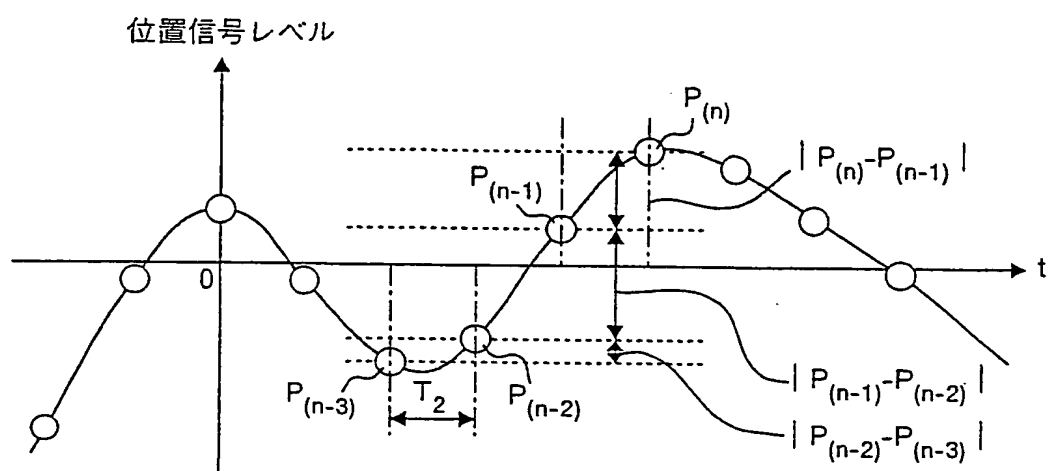


第 4 図

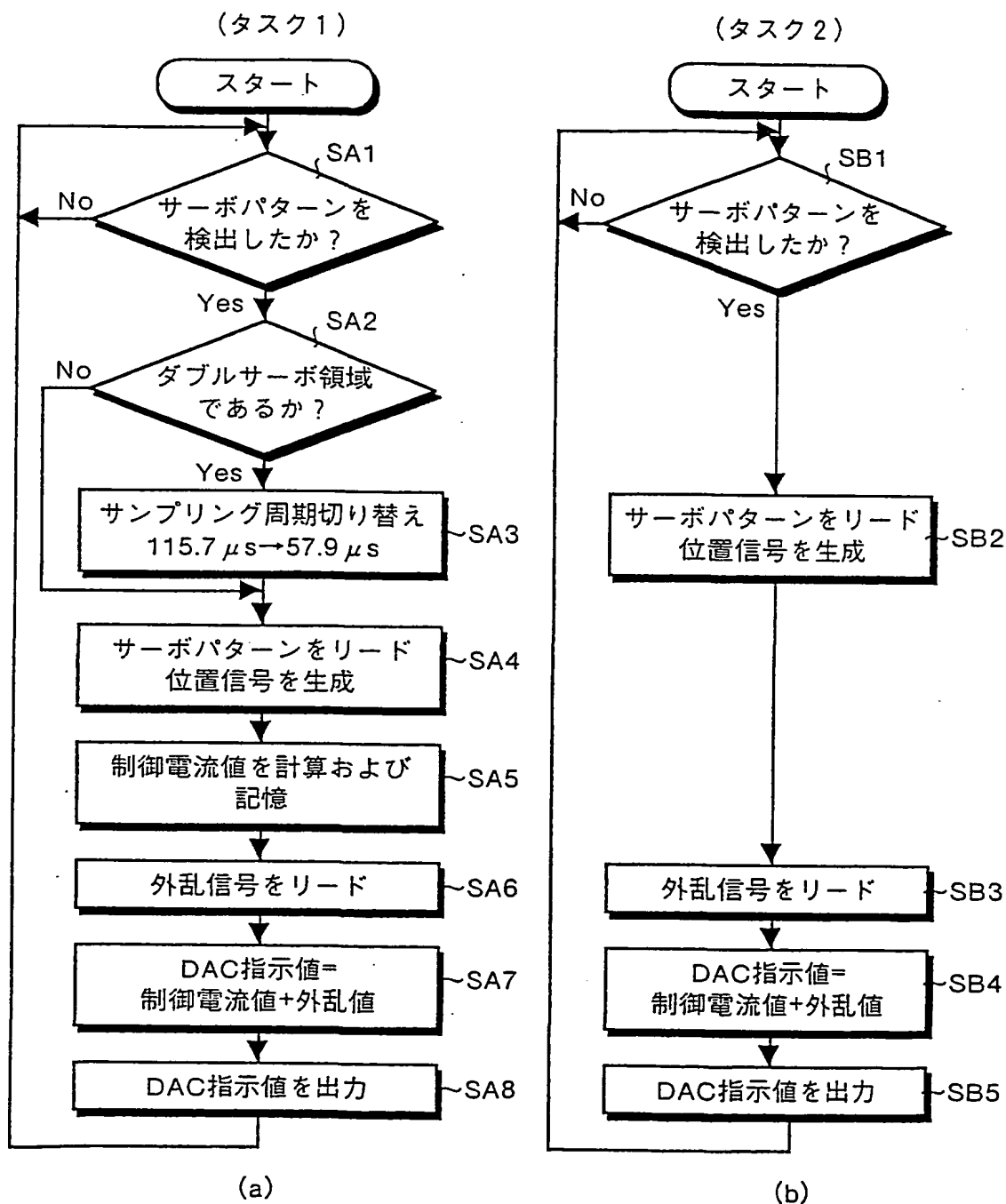


5/24

第 5 図



第6図



7/24

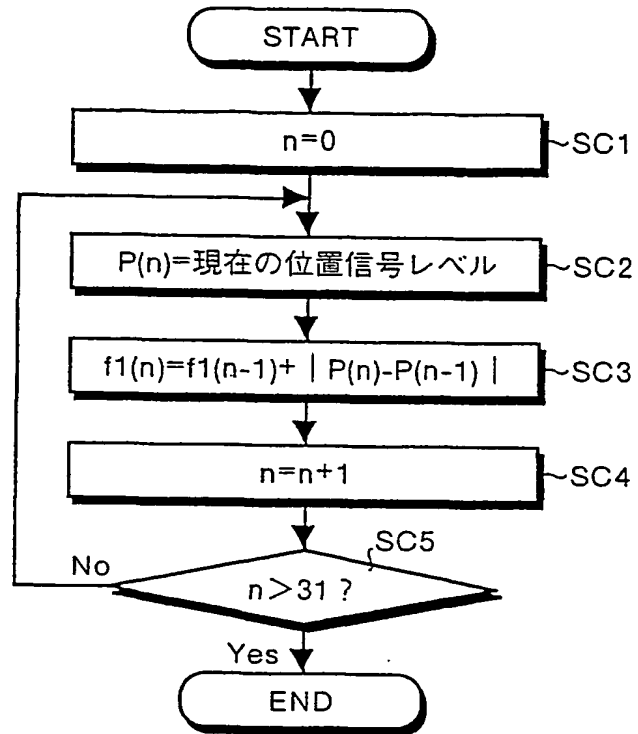
第7図

$$f1(n) = \sum_{n=0}^{3l} |P(n) - P(n-1)| \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (1)$$

$$f2(n) = \sum_{n=0}^{3l} |P(n) - 2P(n-1) + P(n-2)| \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (2)$$

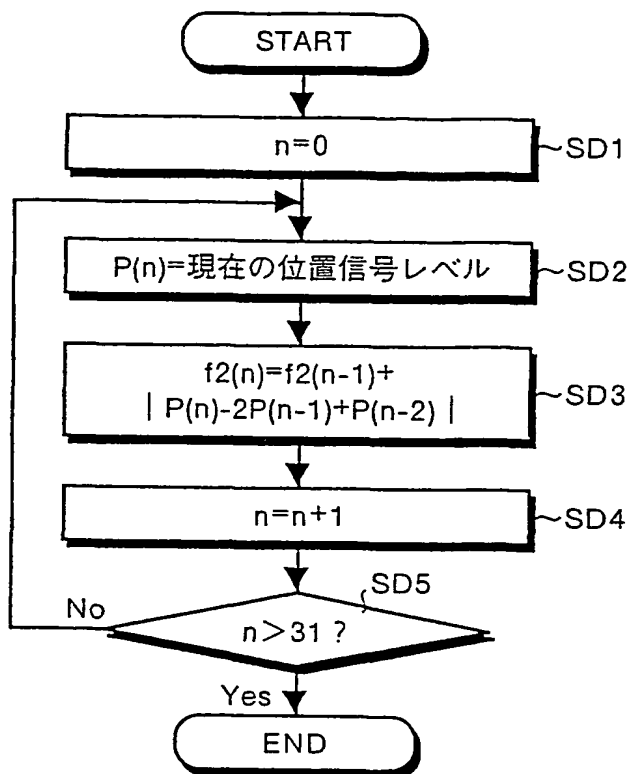
8/24

第 8 図



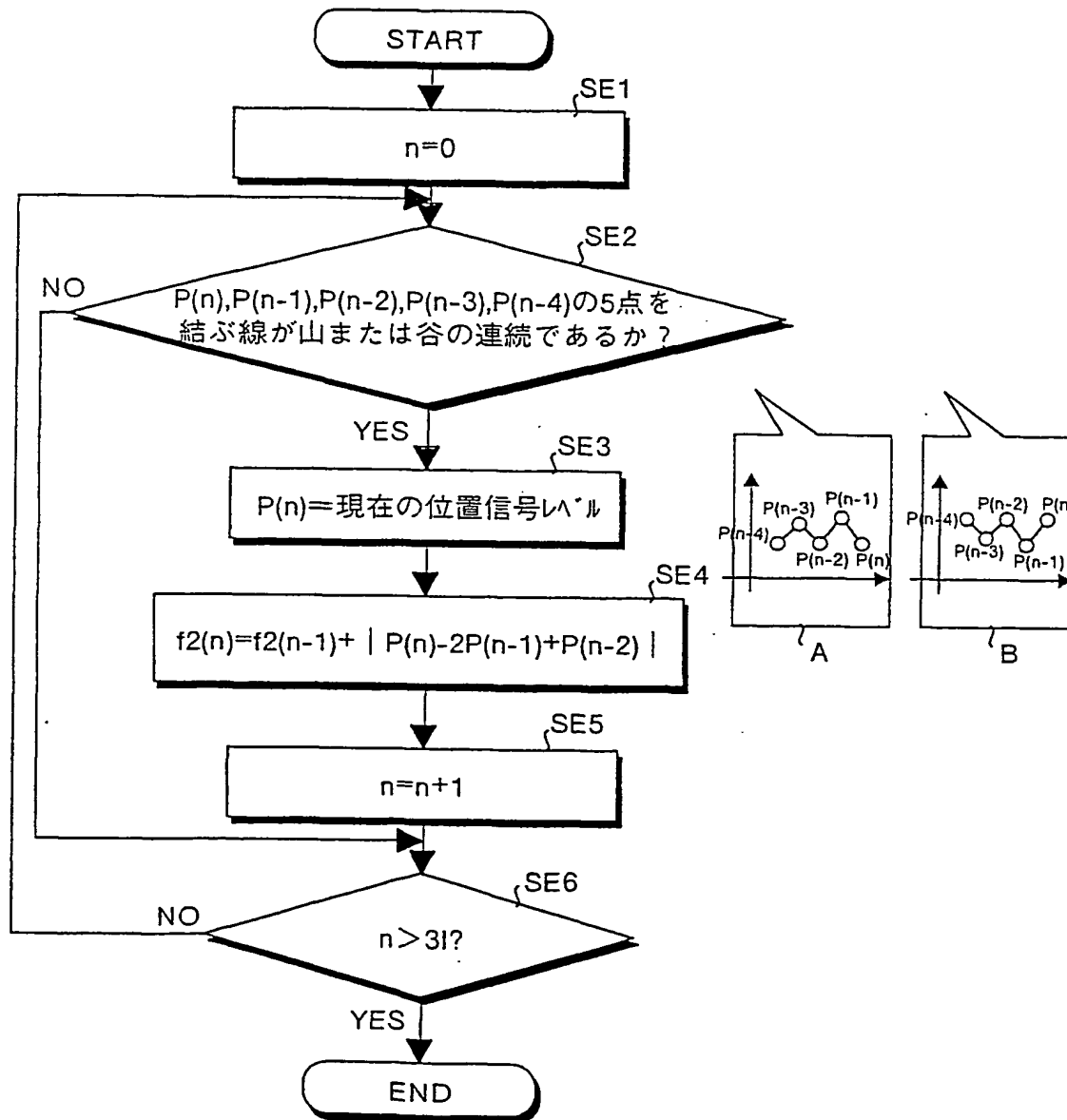
9/24

第 9 図



10/24

第10図

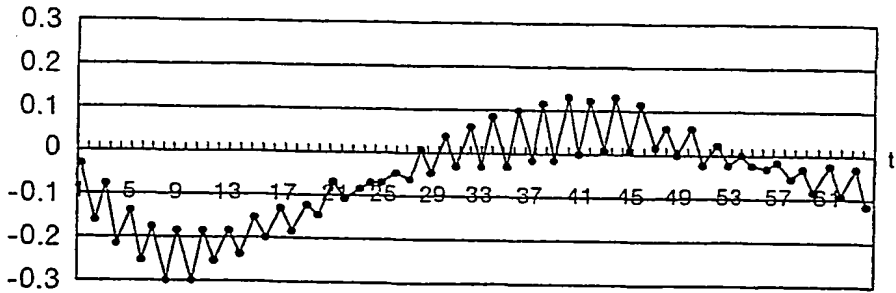


第11図

手法1	手法2	手法3	Max手法1	Max手法2	Max手法3
9752	9607	4046	0.20837	0.17588	0.17588

(a)

位置信号レベル



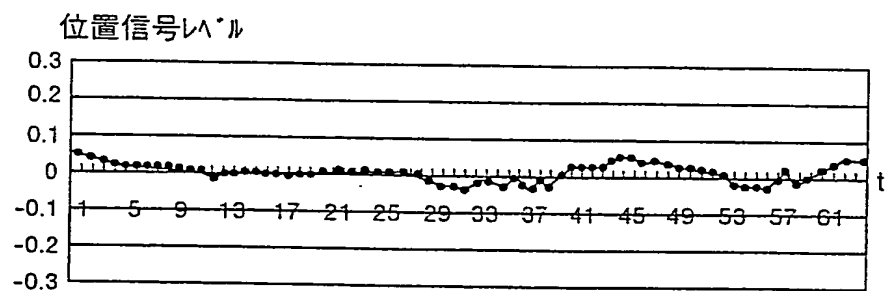
(b)

12/24

第12図

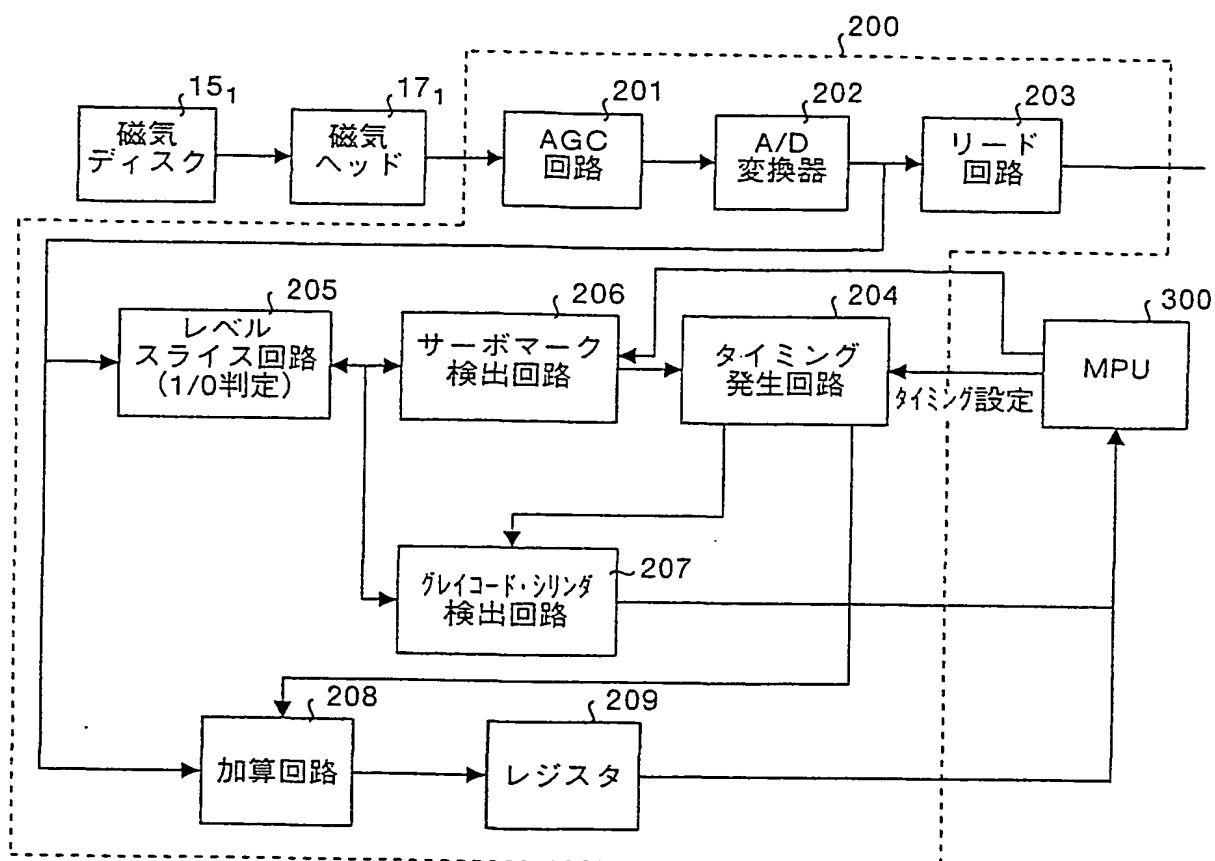
手法1	手法2	手法3	Max手法1	Max手法2	Max手法3
1429	1392	1638	0.03845	0.03368	0.03368

(a)

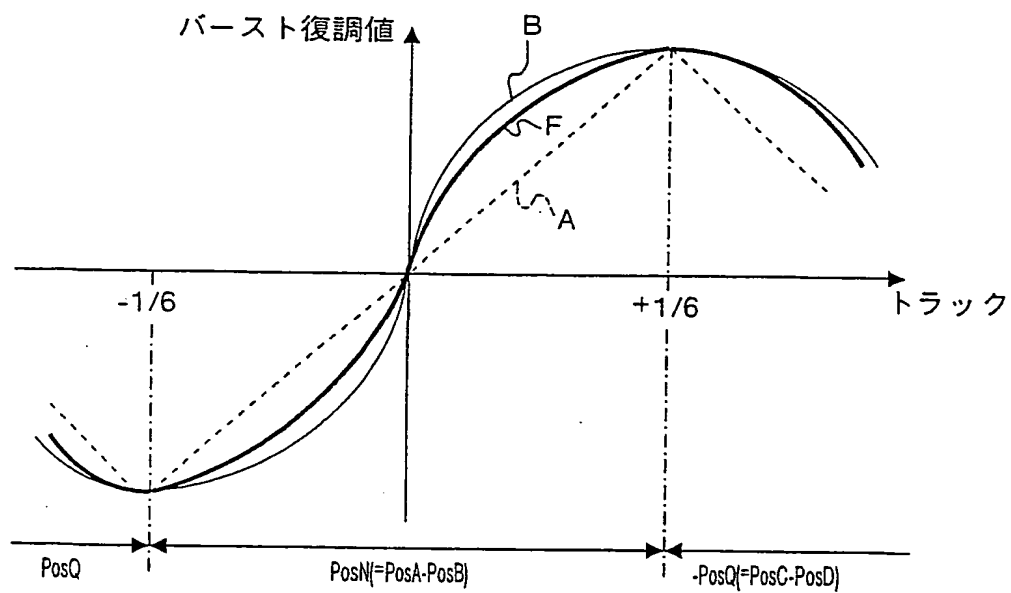


(b)

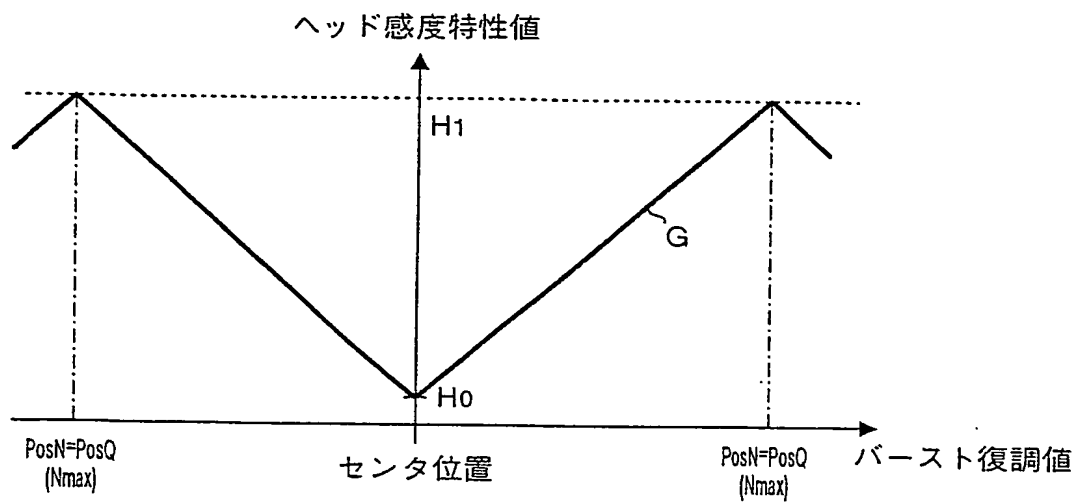
第13図



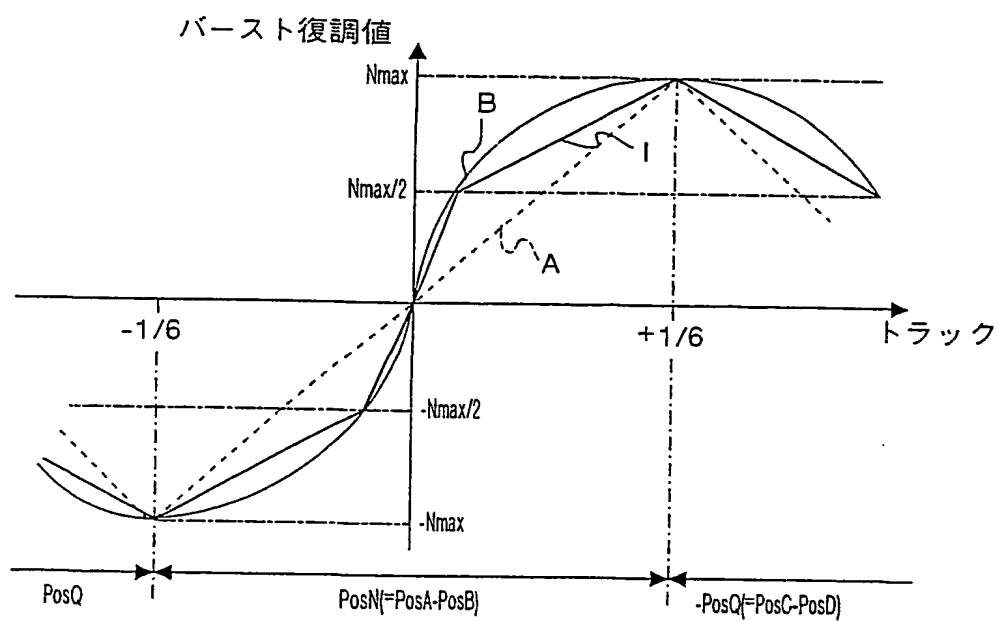
第14図



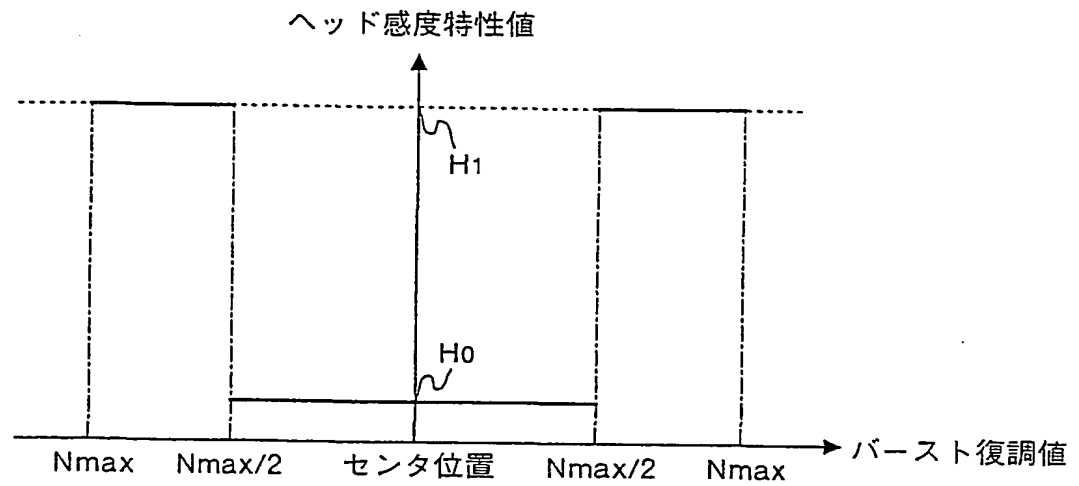
第15図



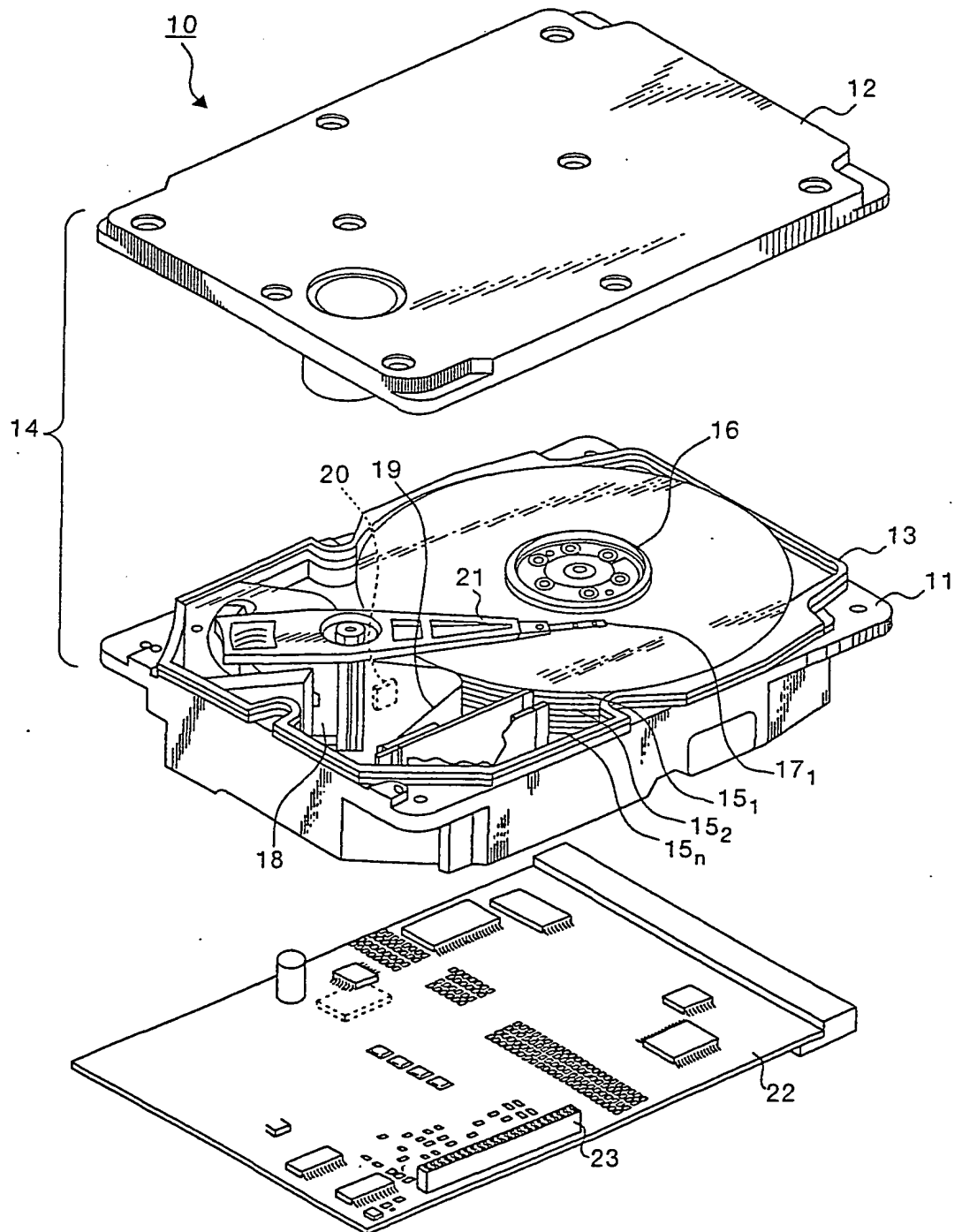
第16図



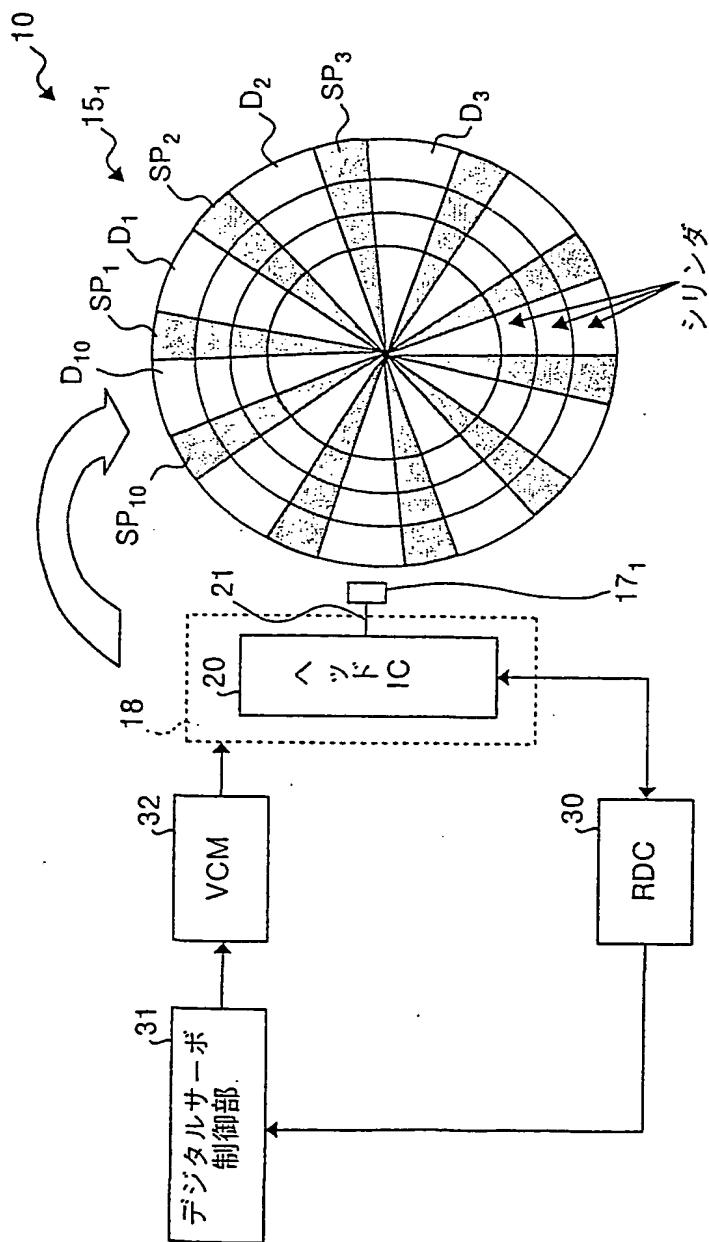
第17図



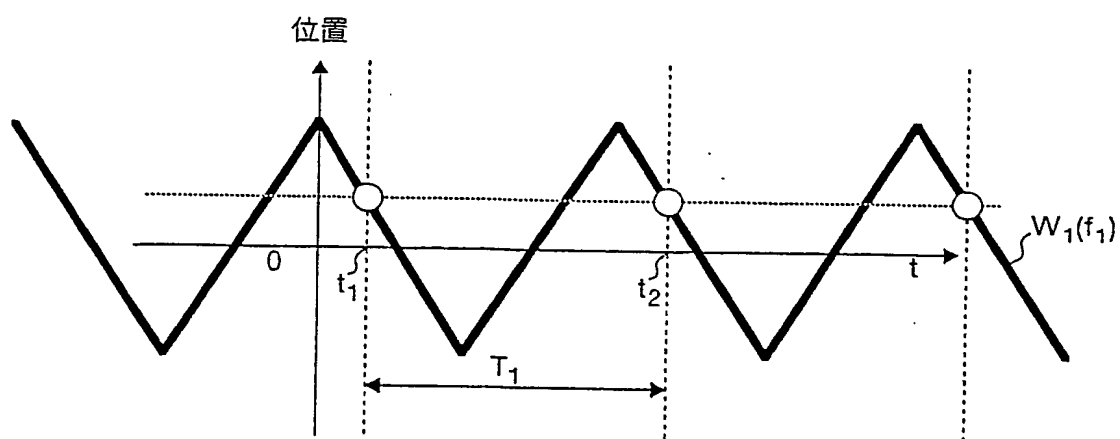
第18図



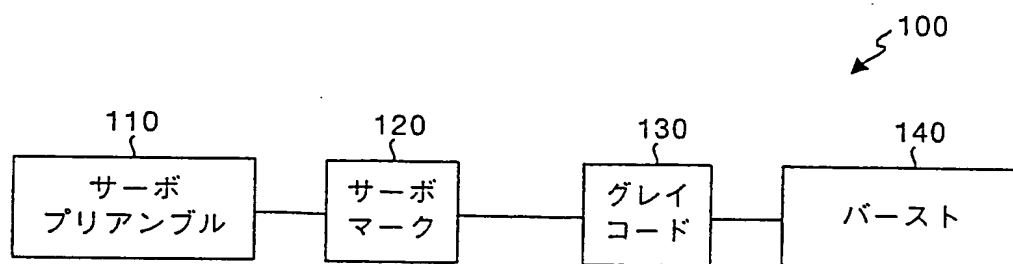
第19図



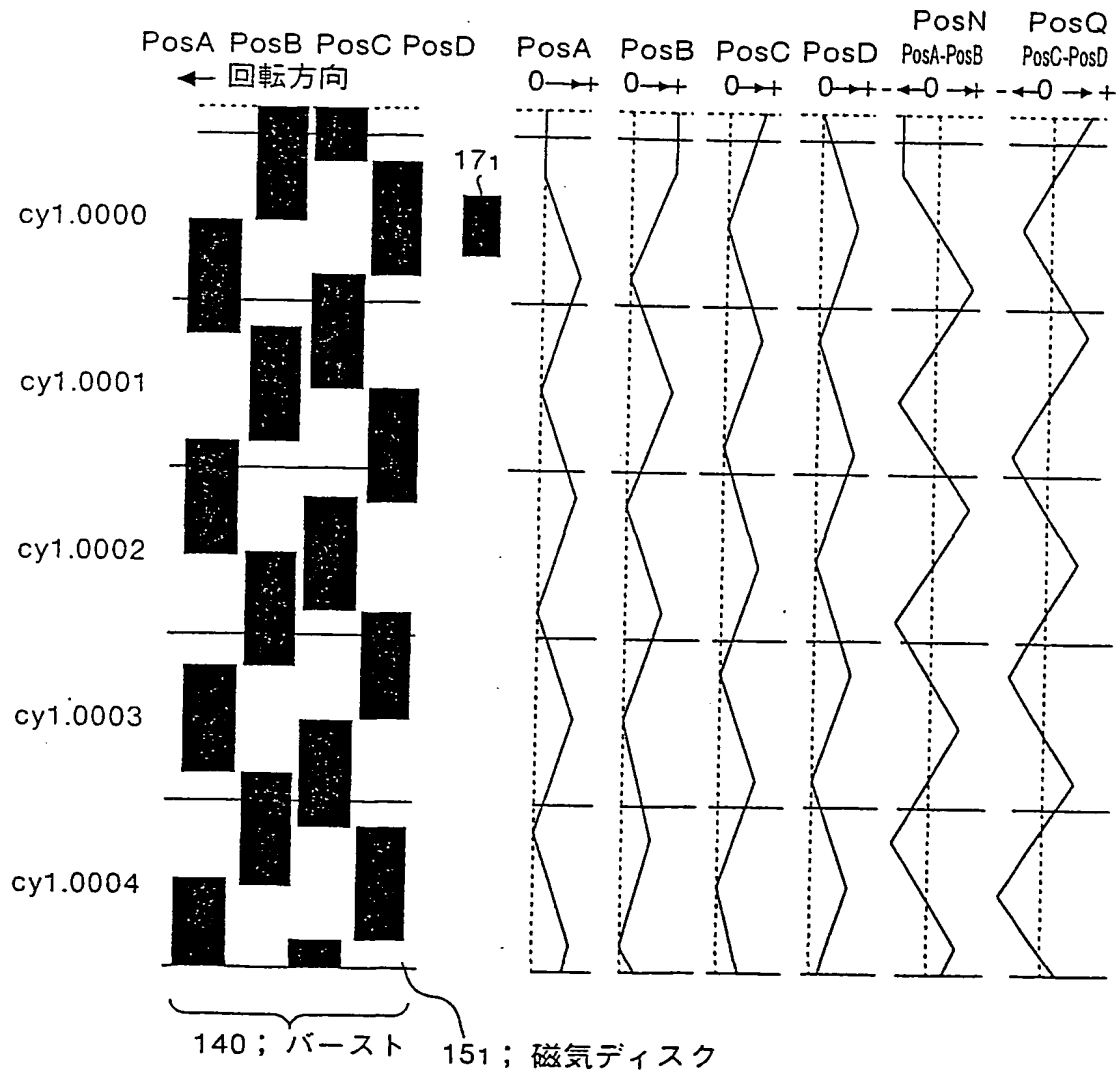
第20図



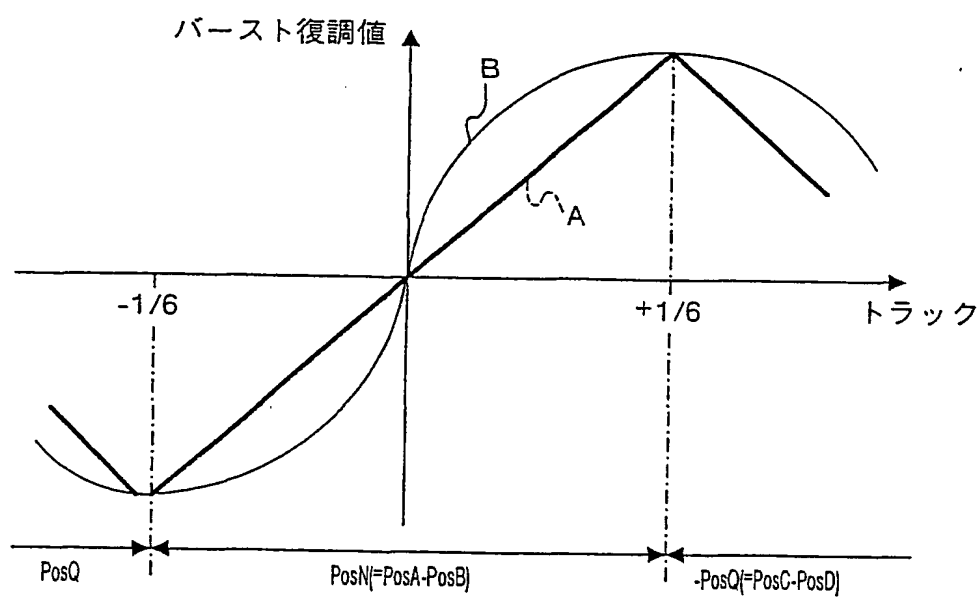
第21図



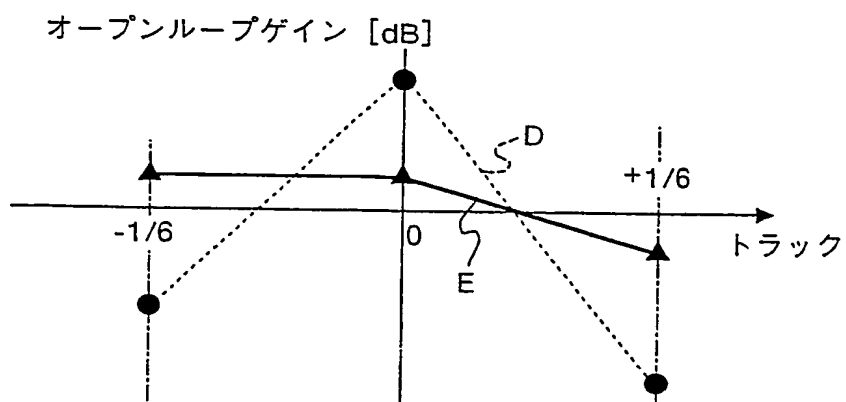
第22図



第23図



第24図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/03704

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G11B 21/10, 5/596

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G11B 21/10, 5/596

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 9-180355 A (Fujitsu Ltd.), 11 July, 1997 (11.07.97), Full text; Figs. 1-13 & US 5870242 A	1-5
Y	JP 11-203808 A Matsushita Electric Ind. Co., Ltd.), 30 July, 1999 (30.07.99), Par. No. 0030 & EP 969465 A1 & WO 99/36914 A1	1-5
Y	JP 3-016068 A (Sony Corporation), 24 January, 1991 (24.01.91), Abstract (Family: none)	1-5
X	JP 11-007738 A (Toshiba Corporation) 12 January, 1999 (12.01.99), Full text; Figs. 1-15	6-9
A	Full text; Figs. 1-15	10
Y	Full text; Figs. 1-15 (Family: none)	11
Y	JP 8-195044 A (Fujitsu Ltd.),	11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "I" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family</p>
---	--

Date of the actual completion of the international search
30 July, 2001 (30.07.01)

Date of mailing of the international search report
07 August, 2001 (07.08.01)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/03704

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The inventions of claims 1-5 relate to a magnetic disk device for observing high-frequency vibration of a magnetic head and an observing method.

The inventions of claims 6-11 relate to correction of the sensitivity of a magnetic head.

These groups of inventions are not united into one invention nor so linked as to form a single general inventive concept.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G11B 21/10, 5/596

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G11B 21/10, 5/596

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2001年

日本国登録実用新案公報 1994-2001年

日本国実用新案登録公報 1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 9-180355 A (富士通株式会社) 11. 7月. 1997 (11. 07. 97) 全文, 図1-13 &US 5870242 A	1-5
Y	JP 11-203808 A (松下電器産業株式会社) 30. 7月. 1999 (30. 07. 99) 段落番号0030 &EP 969465 A1 &WO 99/36914 A1	1-5

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

30. 07. 01

国際調査報告の発送日

07.08.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

西山 昇

5D

8123

電話番号 03-3581-1101 内線 3550

第 I 欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第 1 ページの 2 の続き)

法第 8 条第 3 項 (PCT 17 条 (2) (a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であって PCT 規則 6.4 (a) の第 2 文及び第 3 文の規定に従って記載されていない。

第 II 欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第 1 ページの 3 の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲 1 - 5 は、磁気ヘッドの高周波振動を観測する磁気ディスク装置及び観測方法に関する発明である。

請求項 6 - 11 は、磁気ヘッドの感度補正に関する発明である。

これらは、一の発明であるとも、単一の一般技術概念を形成するように関連している一群の発明であるとも認められない。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。